

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 41 10 687 A 1

⑯ Int.-Cl. 5: C 02 F 1/72  
C 02 F 1/78

C 02 F 1/32

A 61 L 2/10

A 61 L 2/16

A 62 D 3/00

⑯ Aktenzeichen: P 41 10 687.3  
⑯ Anmeldetag: 3. 4. 91  
⑯ Offenlegungstag: 2. 10. 91

DE 41 10 687 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

⑯ Anmelder:

Fricke, Martin, Dipl.-Ing., O-5069 Erfurt, DE; Dimsat,  
Horst, O-5403 Greußen, DE

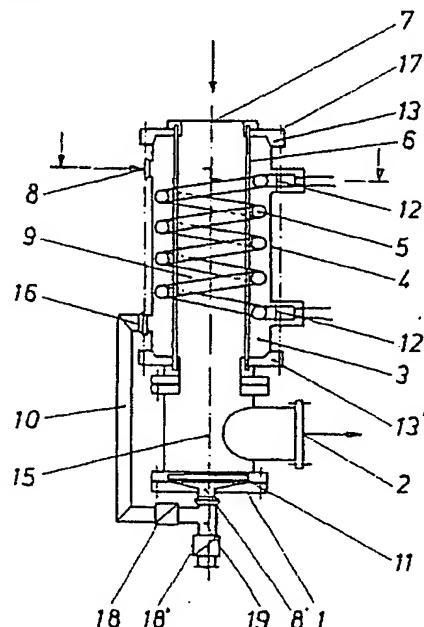
⑯ Erfinder:

gleich Anmelder

Rechercheantrag gem. § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Behandlung schadstoffbelasteter Flüssigkeiten

⑯ Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine dieses Verfahren realisierende Apparatur zu schaffen, die eine Verbesserung der Verfügbarkeit sowie eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit von Anlagen zur Behandlung schadstoffbelasteter Flüssigkeiten, bei gleichzeitiger Senkung des Aufwandes für den Betrieb ermöglicht. Die Erfindung wird durch ein Verfahren zur Behandlung schadstoffbelasteter Flüssigkeiten, bei dem die zu behandelnde Flüssigkeit mit gasförmigen oder flüssigen Oxidationsmitteln durchmischt und einer UV-Behandlung unterworfen wird und in einer besonders ausgebildeten Apparatur, mit einem von der zu behandelnden Flüssigkeit durchströmten zylinderförmigen Gefäß aus Quarzglas als Reaktionsraum, um das ein als Wendel ausgebildeter, die UV-Strahlung abgebendes Entladungsgefäß eines UV-Strahlers angeordnet ist und einer alles umschließenden gasdichten, vor UV-Strahlung schützenden zylinderförmigen Ummantelung, die zusammen mit dem zylinderförmigen Gefäß aus Quarzglas einen Mantel-Zwischenraum bildet, in dem sich das die UV-Strahlung abgebende wendelförmige Entladungsgefäß befindet, realisiert. Die erfindungsgemäße Lösung findet vorzugsweise im Rahmen der Verfahrenstechnik zur Aufspaltung von Kohlenwasserstoffen, insbesondere halogenierter Kohlenwasserstoffe, aber auch zur Vernichtung von Bakterien, Keimen, Pilzen und Algen in Flüssigkeiten Anwendung.



DE 41 10 687 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung schadstoffbelasteter Flüssigkeiten sowie eine Apparatur zu dessen Durchführung.

Die erfundungsgemäße Lösung findet vorzugsweise im Rahmen der Verfahrenstechnik zur Aufspaltung von Kohlenwasserstoffen, insbesondere halogenierter Kohlenwasserstoffe, aber auch zur Vernichtung von Bakterien, Keimen, Pilzen und Algen in Flüssigkeiten Anwendung.

Es ist bekannt, daß durch energiereiche UV-Bestrahlung, verbunden mit einer gleichzeitigen Oxidation der Schadstoffe verschiedene chemisch-physikalische Effekte erreicht werden, die zur Schadstoffbeseitigung führen.

Ein diesbezüglich bekanntes Verfahren in der Trinkwasseraufbereitung ist das PEROX-PURE-Verfahren, bei dem durch UV-Absorption die chemische Struktur der Schadstoffe geändert wird oder reaktionsfähig für chemische Oxidationsmittel gemacht werden. Gleichzeitig wird das zudosierte H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> durch UV-Bestrahlung in Hydorxyl-Radikale umgewandelt. Durch Reaktion mit diesem starken Oxidationsmittel werden die Schadstoffe vernichtet oder so verändert, daß sie z. B. einer biologischen Weiterbehandlung zugänglich sind. (Prospekt der NORDDEUTSCHEN SEEKABELWERKE AG, NSW Umwelttechnik "PEROX-PURE-Verfahren").

In den letzten Jahren fand UV-Licht bei der Trinkwasserentkeimung zunehmende Beachtung (Gelzhäuser, P.; "Desinfektion von Trinkwasser durch UV-Bestrahlung", Expert Verlag, Sindelfingen, 1985/Scherb, K.: "Desinfektion von biologisch vorgereinigtem Abwasser durch UV-Bestrahlung", Wasserwirtschaft, Heft 74, S.389, 1984). Noch verhältnismäßig wenig bekannt und erforscht ist seine Anwendung in der Abwasserbehandlung. Die Anwendung der UV-Strahlung ist besonders dann sinnvoll, wenn toxische organische Stoffe den Abbau des organischen Stoffgemisches beeinträchtigen bzw. verhindern.

Zielstellung der UV-Lichtanwendung ist nicht nur die vollständige Mineralisierung der toxisch und biologisch nicht oder nur schwer abbaubaren organischen Substanzen, sondern gegebenenfalls auch deren Umwandlung in weniger toxische und biologisch verfügbare Substanzen.

Es ist ebenfalls bekannt (Hager, D.R.; Loven, C.R.; Riggy, C.L.; "Entfernung organischer Wasserinhaltsstoffe aus Grundwässern durch oxidativen Abbau", HMCRJ Tagungsmaterial; Washington, D.C.; November 1987), organische Wasserinhaltsstoffe aus Grundwässern durch oxidativen Abbau mittels PEROX-PURE-Aufbereitungsanlagen zu entfernen.

Durch Einsatz der UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Technologie können die Wässer so aufbereitet werden, daß die Schadstoffe im Ablauf der UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Anlage nicht mehr nachweisbar sind.

Diese Anlagen sind ausgelegt Schadstoffkonzentrationen verschiedener organischer Lösungsmittel bis unter die Nachweissgrenze abzubauen. Diese dem Stand der Technik entsprechenden Anlagen sowie die Ergebnisse der Versuche bestätigen die Wirtschaftlichkeit des chemischen Oxidationsprozesses für die Entfernung organischer Schadstoffe aus Grund- und Industrieabwässern.

Voraussetzung für den sicheren Abbau von gefährlichen und toxischen Wasserinhaltsstoffen ist die genaue

Kenntnis der Prozeßsteuerung, der wasserchemischen Aspekte sowie der Anlagenkonstruktion.

Hierzu sind verschiedene UV-Bestrahlungsapparaturen beschrieben (Thielmann, W.; Bandemer, Th.; "Kombination von UV-Bestrahlung und Wasserstoffperoxid-Zusatz zur Beseitigung organischer Substanzen aus Rohwasser", DVRW-Schriftenreihe Wasser Nr. 107, S. 130/131, Eschborn, 1988). Eine Apparatur besteht aus einem Quecksilber-Niederdruckstrahler in einem Quarzglas-Tauchrohr, das sich im Zentrum eines zylindrischen Reaktionsgefäßes befindet. Zur guten Durchmischung während der Bestrahlung wird ein Magnetrührer eingesetzt. In diesem System lassen sich verschiedenen große UV-Dosen durch unterschiedliche Bestrahlungszeiten erreichen.

Eine andere Apparatur stellt ein übliches UV-Desinfektionsgerät dar. Auch hier erfolgt die UV-Bestrahlung durch Quecksilber-Niederdruck-Strahler, die radial um ein Glasrohr angeordnet sind, das von Wasser durchströmt wird. Durch Variation des Wasserdurchflusses können verschiedenen große UV-Dosen appliziert werden.

Bei einer weiteren Apparatur wird mit Hilfe einer Umlözpumpe ein geschlossener Wasserkreislauf realisiert. Das Wasser kann so beliebig lang durch den Bestrahlungsraum gepumpt werden. Die UV-Strahler sind hier sowohl radial um das Glasrohr, als auch zentrisch innerhalb des Rohres angeordnet, um eine möglichst gute Bestrahlung relativ dünner Wasserschichten zu erreichen.

Ferner ist nach DD-PS 2 66 965, Int.C1. A 61 L-2/10, ebenfalls bekannt, den UV-Strahler als ein im wesentlichen eine zylindrische Mantelfläche bildendes gewendeltes Rohr auszubilden, das vom zu bestrahlenden Medium durchströmte Rohr umfaßt. Weiterhin ist es nach der gleichen Patentschrift bekannt, den wendelförmigen UV-Strahler um das durchströmte Rohr mit einem UV-undurchlässigen Gehäuse zu versehen.

Der gemeinsame Nachteil aller bekannten technischen Lösungen liegt jedoch darin, daß durch die jeweilige Prozeßführung und die entsprechende konstruktive Gestaltung der Apparaturen eine Verschmutzung der Reaktionsgefäße erfolgt, was zur Folge hat, daß die Emission der UV-Strahlung mit steigender Prozeßdauer gemindert wird und dadurch wiederum eine Verschlechterung der Wirksamkeit der betriebenen Anlagen eintritt. Ein weiterer wesentlicher Nachteil des bekannten Standes der Technik ist die relativ aufwendige periodische Reinigung der Reaktionsgefäßes.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine dieses Verfahren realisierende Apparatur zu schaffen, die eine Verbesserung der Verfügbarkeit sowie eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit von Anlagen zur Behandlung schadstoffbelasteter Flüssigkeiten, bei gleichzeitiger Senkung des Aufwandes für den Betrieb ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfundungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil der Patentansprüche beschriebenen Maßnahmen bzw. Mittel gelöst.

Nachfolgend soll die Erfindung anhand einer Zeichnung beispielhaft erläutert werden.

Es zeigen:

- Fig. 1 Längsschnitt durch den Apparat,
- Fig. 2 Querschnitt durch den Apparat.

Der in der Zeichnung dargestellte gesamte Apparat, der vertikal angeordnet ist, besteht im wesentlichen aus einem UV-Strahler-Modul und einem Injektor-Modul. Das erstgenannte Modul besteht seinerseits aus einem

zylindrischen Rohr aus Quarzglas 6 mit einem Einlaufflansch 7 in dem sich der Reaktionsraum 9 befindet. Um dieses zylindrische Rohr ist ein als Wendel ausgebildetes Entladungsgefäß eines UV-Niederdruck-Wendelstrahlers 5 angeordnet. Diese Anordnung wird von einer zylinderförmigen Ummantelung 4, mit einem ersten Eingangsstutzen 8, einem Verbindungsstutzen 16 und zwei Durchführungen 12; 12' für den UV-Strahler derart umschlossen, daß sie zusammen mit dem zylinderförmigen Rohr aus Quarzglas 6 einen gasdichten Mantelzwi-

schenraum 3 bilden.

Die Ummantelung 4 besteht ihrerseits aus zwei Aluminiumhalbschalen, die mittels zweier Konenflansche 13; 13' mit Hilfe von H-Profildichtungen 14; 14' und vier mit den Konenflanschen 13; 13' verbundenen symmetrisch angeordneten Zugankerverbindungen 17 zusammengefügt ist.

Das beschriebene UV-Strahlermodul ist an seinem unteren Ende mit einem Injektor-Modul, bestehend aus einem Auslauf-T-Stück 15 mit Auslaufflansch 2, Injektorkörper-Halterung 1 mit Injektorkörper 11 und einem Eingangsstutzen 8' der wiederum mit einem Einleitanschluß 19 für flüssige Oxidationsmittel mit in diesem befindlichen Rückschlagventil 18' verbunden ist, gekoppelt. Der Injektorkörper 11 selbst besteht aus offenporigem Schaumglas mit einer Porengröße von 30 µm und einem Porenvolumen von 70% und wurde als Zylinder ausgebildet.

Die zu behandelnde Flüssigkeit wird von oben über den Einlauf 7 der vertikal angeordneten Apparatur zugeführt und das Oxidationsmittel im Gegenstromprinzip durch den Injektor von unten über das Injektor-Modul eingebracht.

Dabei wird die zu behandelnde Flüssigkeit intensiv mit gasförmigen und/oder flüssigen Oxidationsmitteln durchmischt und gleichzeitig einer UV-Bestrahlung unterworfen.

Die bei der Reaktion entstehenden Produkte können dadurch bis zur vollständigen Mineralisierung abgebaut werden.

Die notwendigen Verweilzeiten für den Abbau und somit die Durchflußleistung wird durch die Leistung des UV-Strahlers, der Menge und Verteilung der durch den Injektor zugeführten Oxidationsmittel und dessen thermodynamischen Eigenschaften (Druck, Temperatur, Konzentration) bestimmt.

Das gasförmige Oxidationsmittel wird, bevor es der zu behandelnden Flüssigkeit zugeführt wird durch UV-Bestrahlung von Sauerstoff oder Luft erzeugt. Dabei wird über den ersten Eingangsstutzen 8 die Luft bzw. der Sauerstoff in den Mantelzwischenraum 3 eingebracht. Hierbei werden diese Medien der UV-Strahlung ausgesetzt, wobei sich Ozon bildet, welches als Oxidationsmittel über eine Rohr- oder Druckschlauchverbindung und das Injektor-Modul der zu behandelnden Flüssigkeit zugeführt wird. Gleichzeitig wird durch diese Verfahrensweise der UV-Strahler gekühlt.

Zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens sind zwei Betriebsarten möglich, der kontinuierliche (Durchfluß-) Betrieb und der diskontinuierliche (Batch-) Betrieb.

Der modulare Aufbau der Apparatur ist außerdem in vorteilhafter Weise entsprechend dem jeweiligen Anwendungszweck durch das Anfügen von zusätzlichen Modulen erweiterungsfähig. Beispielsweise wird hierdurch der Aufbau von Kompaktanlagen ermöglicht.

Die erfundungsgemäße Lösung hat den Vorteil, daß keine bzw. nur geringe Verunreinigung im Reaktions-

raum auftritt und außerdem der Aufwand zur Reinigung relativ gering ist, das heißt, die Anlage im Betrieb sehr servicefreundlich arbeitet.

Weitere Vorteile sind:

- effektive Energieausnutzung
- geringe Energiekosten je Mengeneinheit, bei Steigerung der Abbauleistung
- Gewinnung des Oxidationsmittels Ozon bei der Kühlung der UV-Strahler.

#### Aufstellung der verwendeten Bezugszeichen

1	Injektorkörper-Halterung
2	Auslauf-Flansch
3	Mantel-Zwischenraum
4	Ummantelung
5	UV-Niederdruck-Wendestrahler
6	Quarzglaszylinder
7	Einlauf-Flansch
8	erster Eingangsstutzen
8'	zweiter Eingangsstutzen
9	Reaktionsraum
10	Verbindung
11	Injektorkörper
12	erste Durchführung
12'	zweite Durchführung
13	erster Konenflansch
13'	zweiter Konenflansch
14	erste H-Profil-Dichtung
14'	zweite H-Profil-Dichtung
15	Auslauf-T-Stück
16	Verbindungsstutzen
17	Zugankerverbindung
18	erstes Rückschlagventil
18'	zweites Rückschlagventil
19	Einleitanschluß

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Behandlung schadstoffbelasteter Flüssigkeiten, bei dem die zu behandelnde Flüssigkeit mit gasförmigen oder flüssigen Oxidationsmitteln durchmischt und einer UV-Behandlung unterworfen wird, gekennzeichnet dadurch, daß das gasförmige Oxidationsmittel bevor es der zu behandelnden Flüssigkeit zugeführt wird, durch Ozonierung von Sauerstoff erzeugt wird und danach der sich in einem vertikal angeordneten Gefäßsystem befindlichen bzw. dieses in vertikaler Richtung von oben nach unten durchströmenden zu behandelnden Flüssigkeit von unten her im Gegenstromprinzip zugeführt wird.
2. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einem von der zu behandelnden Flüssigkeit durchströmten zylinderförmigen Gefäß aus Quarzglas als Reaktionsraum, um das ein als Wendel ausgebildeter, die UV-Strahlung abgebendes Entladungsgefäß eines UV-Strahlers angeordnet ist und einer alles umschließenden gasdichten, vor UV-Strahlung schützenden zylinderförmigen Ummantelung, die zusammen mit dem zylinderförmigen Gefäß aus Quarzglas einen Mantel-Zwischenraum bildet, in dem sich das die UV-Strahlung abgebende wendelförmige Entladungsgefäß befindet, gekennzeichnet dadurch, daß das zylinderförmige Gefäß (6) aus Quarzglas, welches von dem die UV-Strahlung abgebenden Entladungsgefäß eines UV-Niederdruck-Wendestrah-

lers (5) umschlossen ist, an seinem unteren Ende mit einem Injektionsmodul, bestehend aus einem Auslauf-T-Stück (15) mit einem seitlich angebrachten Auslaufflansch (2), einer Injektorkörper-Halterung (1) mit einem Injektorkörper (11) sowie einen zweiten Eingangsstützen (8), der wiederum mit einem Einleitanschluß (19), in dem sich ein zweites Rückschlagventil (18') befindet, gekoppelt ist, welches seinerseits über den zweiten Eingangsstützen (8') und einen Verbindungsstützen (16) an der gasdichten Ummantelung (4) mittels einer Verbindung (10), mit einem in dieser befindlichen ersten Rückschlagventil (18), mit dem Mantel-Zwischenraum (3) verbunden ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Ummantelung (4) aus zwei gleichgroßen Halbschalen aus Aluminium besteht, wobei an der einen Halbschale ein Verbindungsstützen (16) und ein erster Eingangsstützen (8) und an der anderen Halbschale eine erste und zweite Durchführung (12; 12') angebracht ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 und 3, gekennzeichnet dadurch, daß die aus zwei Halbschalen bestehende Ummantelung (4) mittels eines ersten und zweiten Konenflansches (13; 13') und mit diesen verbundene symmetrisch angeordnete Zugankerverbindungen (17), mit Hilfe einer ersten und zweiten, die Halbschalenenden in Längsrichtung verbindenden, H-Profil-Dichtung (14; 14') kraftschlüssig zusammengefügt ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, daß der Injektorkörper (11) als Scheibe oder Zylinder aus offenporigen Schaumglas ausgebildet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, gekennzeichnet dadurch, daß die Porengröße 0,5 bis 200 µm und das Porenvolumen bis max. 70% des Gesamtvolumens des Injektorkörpers (11) beträgt.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

— Leerseite —

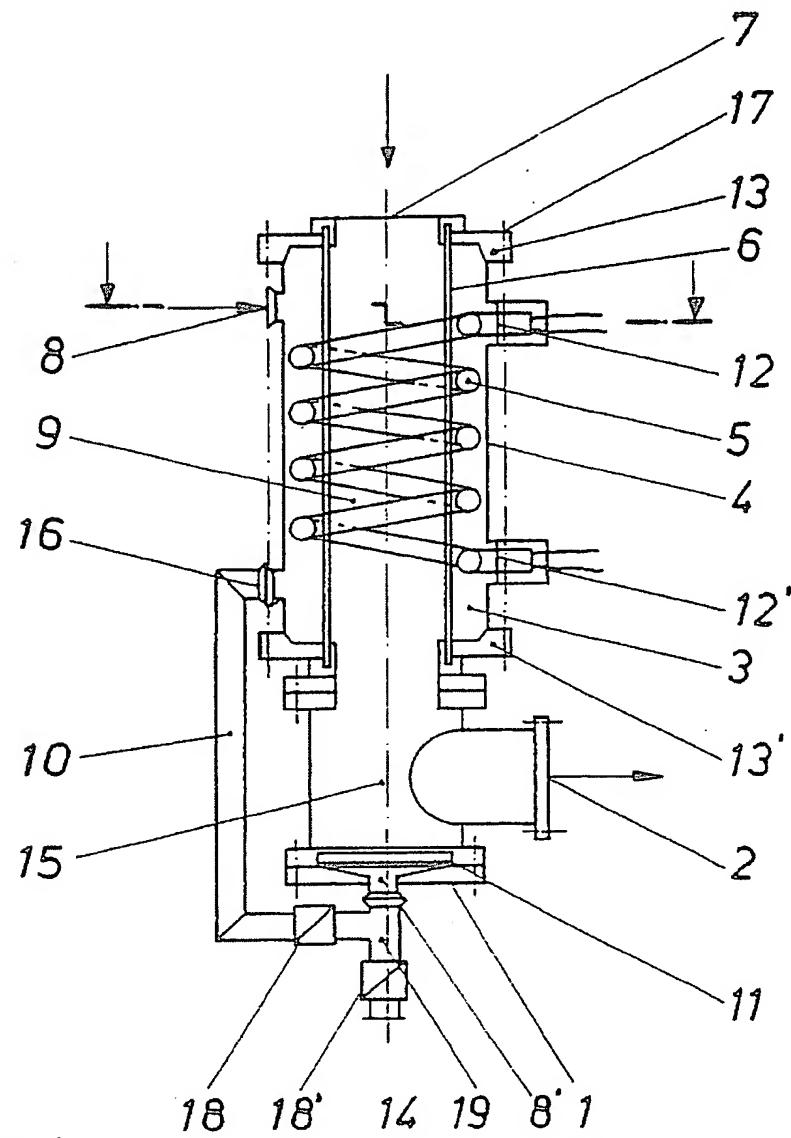


Fig.: 1

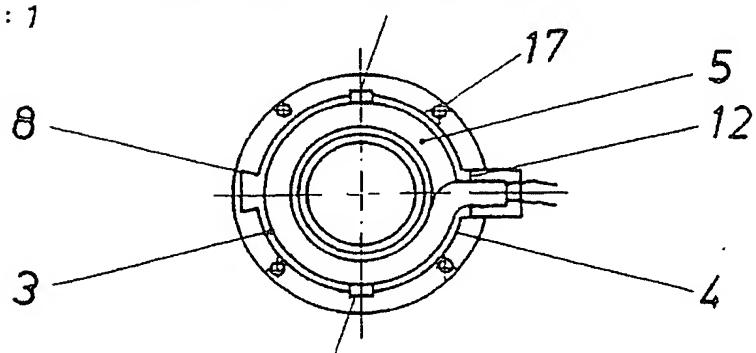


Fig.: 2